

163形
高感度真空管電圧計

取扱説明書

本機は、測定電圧の平均値に応じた指示をする高感度真空管電圧計で、小型軽量に設計され、100Vの商用電源で動作します。

構成は、安定な負帰還増幅器にゲルマニウムダイオードによる全波整流形の交流電流計を組合せ、周波数7Hz～2MHzの交流電圧を測定でき、正弦波の実効値で目盛り、1mV～500V（-60～+56dBm）を等比（10dB）の10レンジに分割して直読することができます。

菊水電子工業株式会社

－ 保 証 －

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より1年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1. 取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2. 不適當な改造・調整・修理による故障および損傷。
3. 天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

－ お 願 い －

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合わせください。

163形				3 / 頁	
仕 様					
形 式	平均値指示形 高感度真空管電圧計				
電 源	100V, 50/60Hz 約25VA				
寸 法	150×200×140mm				
(最大寸法)	160×218×186mm				
重 量	約 3.8Kg				
指 示 計	目盛長、105mm、2色スケール、100μA				
真 空 管	6AU6	1			
	6DK6	1			
	6AW8	1			
	6X4	1			
	(SD-34	2)			
付 属 品	941B形端子アダプター	1			
	取扱説明書	1			
	試験成績表	1			
目 盛	正弦波の実効値および1mW、600Ωを基準にしたdBm値				
入 力 端 子	UHF形レセプタクルおよびGND端子、間隔19mm(3/4") (UHF形およびM形プラグのいずれにも適合する)				
入力インピーダンス	各レンジ	1MΩ 並列25pF±2pF			
最大入力電圧	交 流 分	実効値で	500V		
		波高値で	±710V		
	直 流 分	±400V			
レ ン ジ		10レンジ			
	RMS目盛のとき	0~15/50/150/500mVおよび 1.5/5/15/50/150/500V			
	dBm目盛のとき	(略中央が)-40/-30/-20/-10 0/10/20/30/40/50dBm			

163形

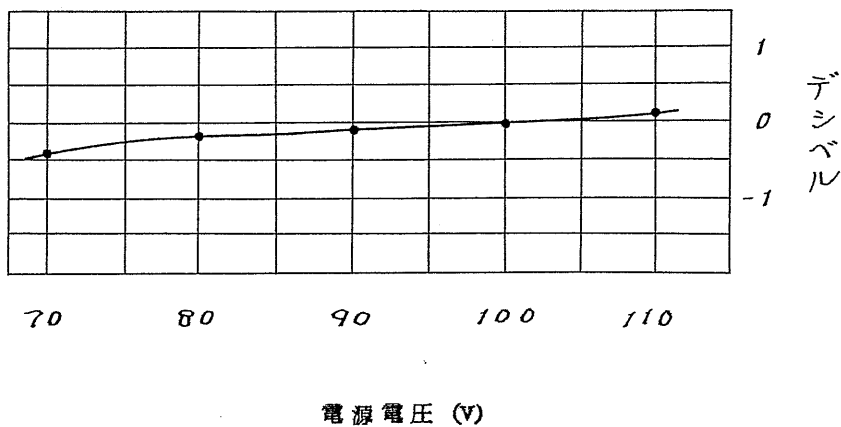
3 / 頁

確 度 安定度	1 kHz において	フル・スケールの	± 3 %
	電源電圧の±10%変動に対し		
	1 kHz において	フル・スケールの	± 2 %
	7 Hz ~ 2 MHz 間	1 kHz に対し	± 10 %
	10 Hz ~ 600 KHz 間	1 kHz に対し	± 5 %
雑音による指示	20 Hz ~ 300 KHz 間	1 kHz に対し	± 3 %
	端子を開放して	フル・スケールの	1 % 以下

出力端子	5 Way 形間隔	19 mm (3/4")
出力電圧	フル・スケールのとき	約 2.5 V
歪	フル・スケールのとき	約 3 %
SN 比	フル・スケールのとき	約 35 dB

第 1 図

1000 Hz 1.5 V RANGE



電源電圧 (V)

使 用 法

163形真空管電圧計は、50または60サイクルの交流電源100Vで動作します。仕様および第1図のように、電源電圧が広範囲に変化しても、ほとんど誤差が生じませんが、寿命の点からなるべく100V±5Vの電源でご使用下さい。

パネル面の説明

1. POWER (OFF) スイッチ

電源を開閉するスナップ・スイッチで、上方に倒すと電源が入り、レンジ・スイッチのダイヤルが照明されます。

スイッチを入れて約10～20秒間は、メータの指針が不規則に振れることがあります。またスイッチをOFFに倒すと電源が切れ、10数秒間メータの指針が不規則に振れることがあります。

2. レンジ スイッチ

パネル中央の黒いダイヤルで、ダイヤル上の数字と文字はつぎのような意味をもっています。

外 側 フル・スケール電圧を表わしています。

橙色の数字は mV (=1/1000V)

無色の数字は V

内 側 ほぼ中央のdBm値(後記)を表わしており、赤色です。

レンジ・スイッチは時計方向に回すと高電圧レンジとなり、反時計方向に回すと低電圧レンジになります。

測定は、本機に無用の過負荷を与えないように、最高電圧レンジから始め、メータの指示に応じて、順次低電圧レンジに切換えます。

3. INPUT 端子

測定電圧を接続する入力端子で、UHF形のレセプタクルとGND(グランド)端子に分れています。

接続は、UHF形(5/8"-24)またはM形(16φ-1P)のプラグか、標準(間隔3/4"=19mm)の双子バナナプラグのご使用が便利です。

そのほか、レセプタクルの中心導体にはバナナ・プラグが使用でき、また付属品の"キクスイ941B形端子アダプタ"を挿入してGND端子と同じようにバナナ・プラグ、スベード・ラグ、アリゲータ・クリップ、2mmチップおよび、2mm以下の導線を接続することができます。

レセプタクルの外側導体およびGND端子は、本体のパネルおよびシャッシと電気的に接続されています。

1 0 3 形	5 / 頁
INPUT 端子は、動作電圧 4 0 0 V のオイル・コンデンサーで直流分が増幅回路に入らないようにしてあります。 入力容量は各レンジとも一定で、2 5 pF ± 2 pF に調整してあります。 4. OUTPUT 端子 本機を増幅器として使用するときの出力端子です。 接続は、“キクスイ 9 4 1 B 形端子アダプタ”と同じように、バナナ・プラグ、スピード・ラグ、アリゲータ・クリップ、2 mm チップおよび 2 mm 以下の導線を使用できますが、標準の双子バナナ・プラグが便利です。 OUTPUT 端子は、本機を電圧計として使用しているときでも利用できますが、負荷インピーダンスが低いと、つぎのような支障があります。 抵抗分 抵抗分が小さいときは、入力、出力端子間の低域の周波数特性が劣化しますが、入力端子、メータ間はほとんど変化しません。 容量分 負荷容量値によつて入力端子、メータ間および出力端子間の高域周波数特性が甚しく変化します。 第 2 図はその 1 例ですが、この特性変化は製品個々により、または電源電圧により多少の変化があります。 OUTPUT 端子は、メータがフル・スケールるとき約 2.5 V の出力電圧となります。また本機の負帰還回路は、メータに流れる電流の直線性を改善するように働くため、OUTPUT 端子の出力電圧は歪みと S/N 比が劣化します。 メータ・スケール 本機のメータは、つぎの 3 種類の目盛があります。外側より説明しますと、 1. “50 目盛” 50/500 mV および 5/50/500 V レンジのとき使用し、目盛の “50” は 50 mV レンジでは 50 mV、500 V レンジでは 500 V を意味しています。 例 “5 V レンジ” で 50 目盛上の 3.7 を指示すれば測定電圧は 3.7 V で、“500 mV レンジ” でこの指示のときは 370 mV = 0.37 V となります。 2. “15 目盛” 15/150 mV、および 1.5/15/150 V レンジのとき使用し、目盛数字の意味は 50 目盛と同じです。 3. “dBm 目盛” 測定電圧を 1 mW、600 Ω を基準にとつた dBm で読みとるときに使用し、-40 ~ 50 dBm の 10 レンジとも同一目盛を使用します。dBm のほぼ中央にある 0 がレンジ名のレベルを表わしていますから、目盛の続みにレンジのしめす dBm 値を加算した値が測定値になります。	

例1 “30 dBm (50 V)” で dBm 目盛の 5.5 を指示したときは

$$5.5 + 30 = 35.5 \text{ dBm}$$

例2 同じ電圧を “40 dBm (150 V) レンジ” で測定すると、指示は -4.5 dB となり

$$-4.5 + 40 = 40 - 4.5 = 35.5 \text{ dBm}$$

例3 “-20 dBm (150 V) レンジ” で 3 dBm の指示を得たときは

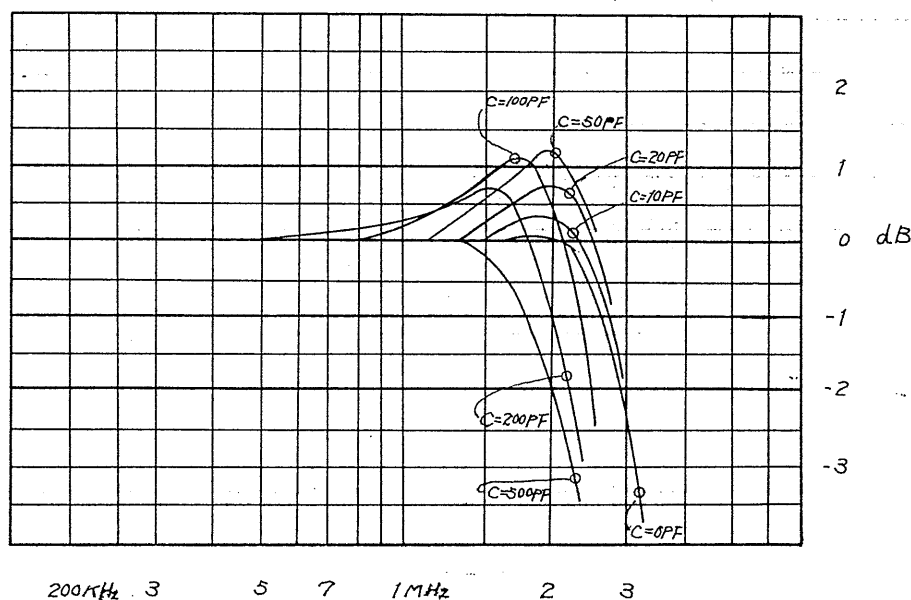
$$3 + (-20) = 3 - 20 = -17 \text{ dBm}$$

例4 同じ電圧を “-10 dBm (500 mV) レンジ” で測定すると、指示は -7 dBm となり

$$-7 + (-10) = -(7 + 10) = -17 \text{ dBm}$$

なお、dBm については後記してあります。

第 2 図



波 形 誤 差

本機は、測定電圧の平均値に比例した指示をする“平均値指示形”の電圧計ですが、目盛は正弦波の実効値で校正してあります。このため測定電圧に歪があると、正しい実効値を指示せず、誤差を生ずることがあります。

第1表は、この関係を表わしたものです。

第 1 表

測定電圧の波形	実効値	本機の指示
振幅100%の基本波	100 %	100 %
100%基本波+10%第2高周波	100.5	100
" +20% "	102	100~102
" +50% "	112	100~110
100%基本波+10%第3高周波	100.5	96~104
" +20% "	102	94~108
" +50% "	112	90~116

交流電流の測定

本機で交流電流を測定するには、測定する交流電流 I を既知の無誘導抵抗 R に流し、その両端の電圧 E を本機で測定し、

$$I = E / R$$

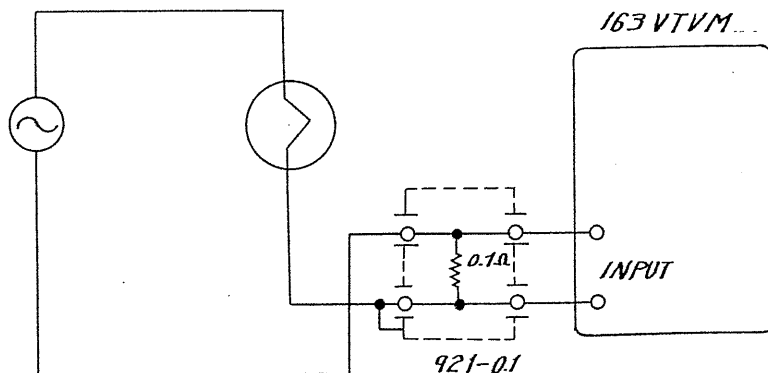
より I を計算します。このとき、本機の入力端子は一端が接地されていることに注意下さい。

別注の付属品 921形シャフト抵抗は、この測定に便利な標準抵抗で、 0.1Ω 、 1Ω 、 10Ω 、 100Ω 、および 1000Ω 、が用意され、このほかに、 4Ω 、 8Ω 、 15Ω 、および 600Ω があります。いずれも、本機の入力端子にバナナ・プラグを挿入して使用することができます。

図 真空管のヒーター電流（公称 $6.3V$ 、 $0.3A$ ）を測定したい
標準抵抗として、抵抗値 0.1Ω の 921-0.1形を使用し、第8図の接続により本機の指示を読み、 $29mV$ を得たとすれば

$$I = \frac{29 \times 10^{-3}}{0.1} = 290 \times 10^{-3} A = 290 mA$$

を求めることができます。



第 8 図

163形	8 / 頁
出力計としての利用法 あるインピーダンスXの両端に印加されている電圧Eを測定すれば、インピーダンスX内の皮相電力VAは、 $VA = E^2 / X$ で求めることができます。このとき、インピーダンスXが純抵抗Rであれば、R内で消費された電力Pは、 $P = E^2 / R$ となります。 本機はdBm 目盛があるので、別項のようにR=600Ωのときは、そのまま電力をデシベルで読みとることができます。また第4図、第5図のデシベル換算図を使用すれば、負荷抵抗が1Ω～10KΩの場合でも、図より得た一定の数値を加算して電力をデシベルで読みとることができます。 921形シャフト抵抗には、常用されているスピーカーのボイスコイル・インピーダンスと同じ抵抗値の4Ω，8Ω，15Ωがあり、小容量（0.3W）※の負抵抗として利用することができます、本機を出力計として利用することができます。 ※ 使用抵抗は、RD1PX形（炭素皮膜抵抗、X級1ワットP形）	

デシベル換算表の使用法

デシベル

ベル(B)は、対数を使用する基本的割算で、比較する2つの電力量の比を10を底とする常用対数で表わしたもので、デシベル(dB)は、単位Bの1/10で、1/10を表わす小文字dを付し、つぎのように定義されます。

$$dB = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

つまり、電力 P_2 が電力 P_1 に対し、どの程度の大きさになっているかを常用対数の10倍で表わしています。

このとき、 P_1 と P_2 が存在している点のインピーダンスが等しければ、電力の比は一義的に電圧または電流の比を表わし、

$$dB = 20 \log_{10} \frac{E_2}{E_1}$$

$$dB = 20 \log_{10} \frac{I_2}{I_1}$$

で表わすことができます。

dBサフィックス

デシベルは、上記のように電力量の比較で定義されたものですが、相等以前から、デシベルの意味を拡張して解釈し、習慣的に、一般の数値の比を常用対数的に表示し、これをデシベルの名で呼んでいます。

例えば、ある増幅器の入力電圧が10 mVで、出力電圧が10 Vであれば、その増幅度は $10 V / 10 mV = 1000$ 倍ですが、これを

$$\text{増幅度} = 20 \log_{10} \frac{10 V}{10 mV} = 60 \text{ (デシベル)}$$

となり、またRFの標準信号発生器では、出力電圧を表示するのに、その出力電圧が、1 μV に対し何倍であるかをデシベル的に表わし、10 mVは

$$10 mV = 20 \log_{10} \frac{10 mV}{1 \mu V} = 80 \text{ (デシベル)}$$

としています。

このようなデシベル表示をするときには、基準つまり0 dBを明らかにしておく必要があります。

例えば、上記の信号発生器の出力電圧は、

$$10 mV = 80 dB (\mu V)$$

とし、0 dB に相当する量を () の中に記入しておきます。

dBm

dBm は dB (mW) を略したもので、1 mW を 0 dB として、電力比を表わすデシベルですが、普通その電力の存在する点のインピーダンスが 600 Ω であることをも含めている場合が多く、この場合は、dB (mW, 600 Ω) が正しい記号になります。

前記のように、電力とインピーダンスが定められれば、デシベルは電力と同時に電圧と電流をも表示することができ、dBm はつぎの諸量が基準になっています。

$$0 \text{ dBm} = 1 \text{ mW}$$

$$\text{または} \quad 0.775 \text{ V}$$

$$\text{または} \quad 1.291 \text{ mA}$$

本機のデシベル目盛は、このような dBm 値で目盛つてあるため、(1 mW, 600 Ω) 以外を基準にとつたデシベルの測定は、本機の指示値を換算しなければなりません。この換算は、対数の性質から、一定の数値を加算すればよく、第4図～第5図を使用します。

第4図の使用法

第4図は、数量の比をデシベル的に表わすときに使用する図で、比較する量が電力(またはそれ相当)か電圧、電流であるかによつて読みとる尺度が変わります。

例1 1 mW を基準にして 5 mW は何デシベルか? これは電力比なので、左側の尺度を使用します。5 mW / 1 mW = 5 を計算し、図中の点線のように 7 dB (mW) を得ます。

例2 同じく 1 mW を基準にして、50 mW および 500 mW は何デシベルか? 比が 0.1 倍以下および 10 倍以上のときは第2表の関係を利用して加算によつてデシベルを求めます。

$$50 \text{ mW} = 5 \text{ mW} \times 10 = 7 + 10 = 17 \text{ dB}$$

$$500 \text{ mW} = 5 \text{ mW} \times 100 = 7 + 20 = 27 \text{ dB}$$

例3 15 mV は dB (V) ではいくらか? 1 V を基準にしているので、まず 15 mV / 1 V = 0.015 を計算し、電圧電流尺度を使用して、

$$0.015 = 1.5 \times 0.01 = 3.5 + (-40) = -36.5 \text{ dB (V)}$$

あるいは、この逆算として、1 V / 15 mV = 66.7

$$66.7 = 6.67 \times 10 = 16.5 + 20 = 36.5 \quad \therefore -36.5 \text{ dB (V)}$$

第 2 表

比		デシベル	
		電力比	電圧・電流比
10000	$=1 \times 10^4$	40 dB	80 dB
1000	$=1 \times 10^3$	30 "	60 "
100	$=1 \times 10^2$	20 "	40 "
10	$=1 \times 10^1$	10 "	20 "
1	$=1 \times 10^0$	0 "	0 "
0.1	$=1 \times 10^{-1}$	-10 "	-20 "
0.01	$=1 \times 10^{-2}$	-20 "	-40 "
0.001	$=1 \times 10^{-3}$	-30 "	-60 "
0.0001	$=1 \times 10^{-4}$	-40 "	-80 "

第 5 図 の 使 用 法

第 5 図は、本機で測定した dBm 値から電力を求めるときに使用する図表です。

- 例 1 スピーカーのボイスコイル・インピーダンスが 8 Ω で、この両端の電圧を本機で測定したところ -4.8 dBm の指示を得た。スピーカーに送られた電力（正しくは皮相電力）何 W か？ …… 第 5 図を使用して 8 Ω に対する加算値を図中の点線のように +18.8 を求め、指示値との和が dB（mW、8 Ω）表示した電力になります。

$$\text{dB (mW、8 } \Omega) = -4.8 + 18.8 = +14$$

この 14 dB（mW、8 Ω）を Watt に換算するには、第 4 図を使用し

$$14 \text{ dB (mW、8 } \Omega) \rightarrow 25 \text{ mW}$$

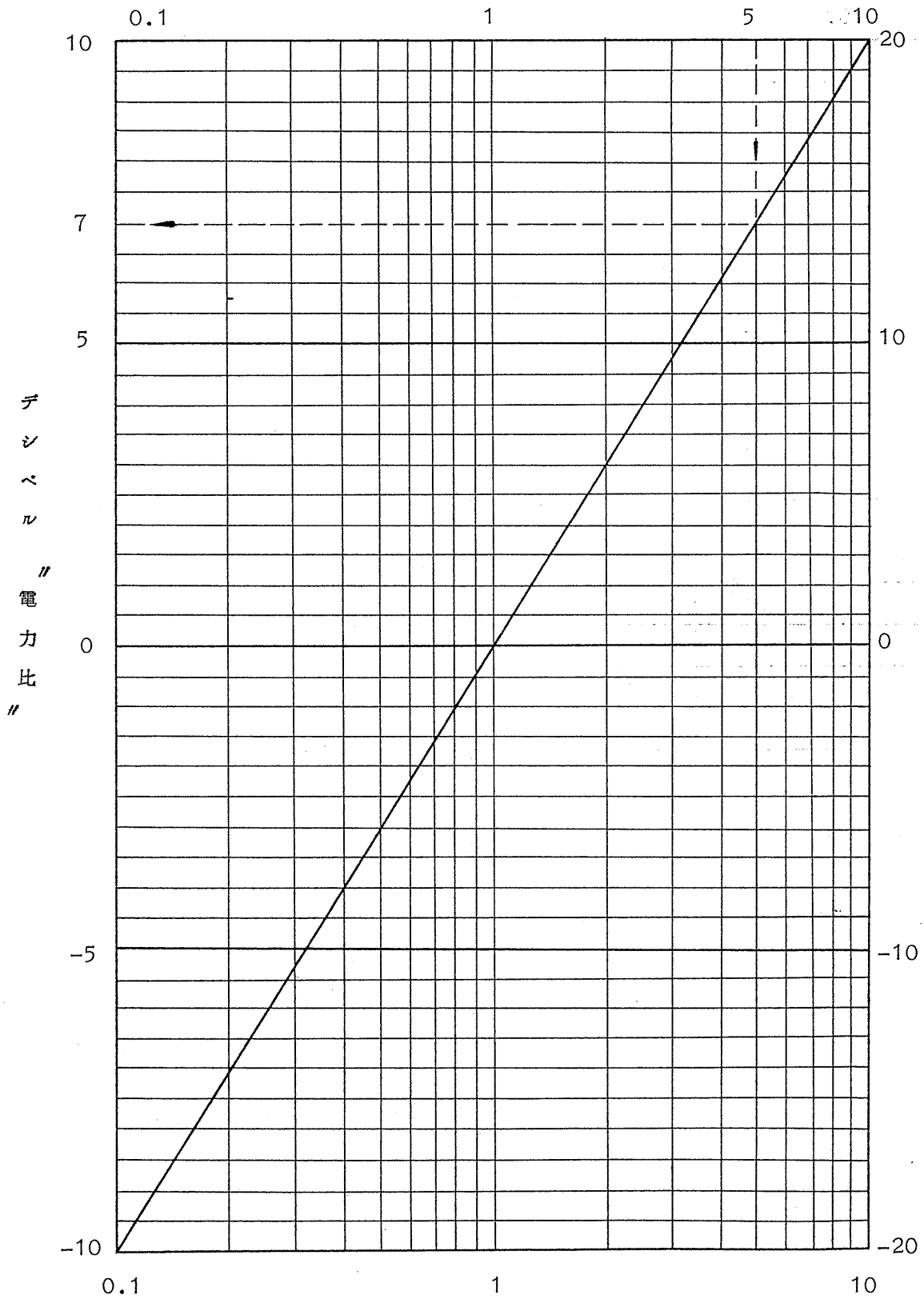
- 例 2 10 KΩ の負荷に 1 W の電力を供給するには、何 V の電圧を印加すればよいか？ …… 1 W は 1000 mW ですから 30 dB（mW）になり、30 dB（mW、10 KΩ）の電圧を計算すればよいわけです。

第 5 図より、600 Ω - 10 KΩ の加算値を求めると、-12.2 ですから、本機の指示は、dB（mW、600 Ω）目盛上の $30 - (-12.2) = 42.2$ でなければなりません。

本機の 40 dBm レンジ（0 ~ 150 V）上に $42.2 - 40 = 2.2$ dBm を指示させる電圧が求める答で、 $42.2 \text{ dBm} = 100 \text{ V}$ となります。

163形

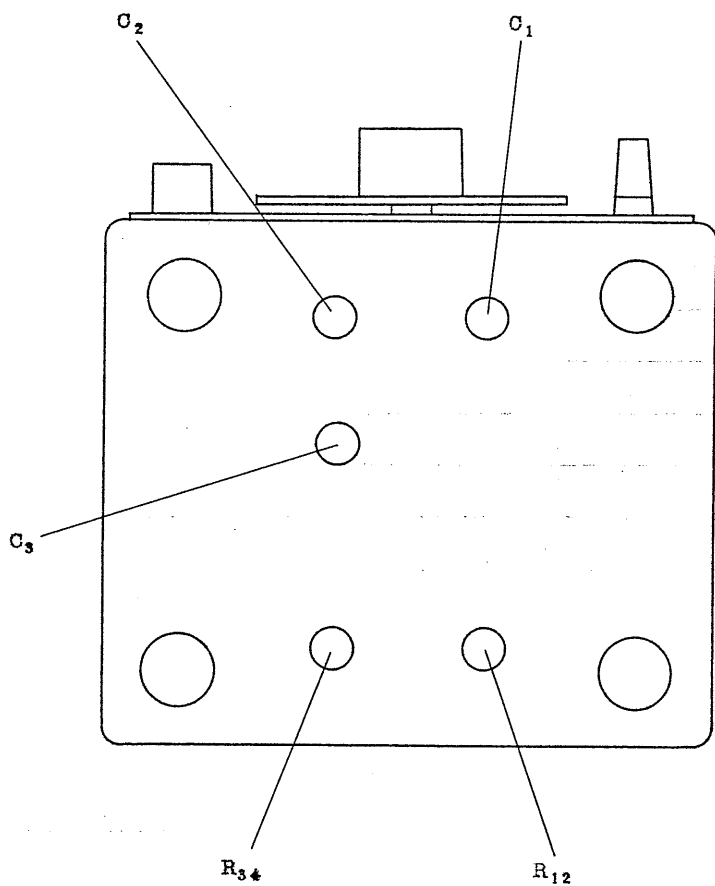
12 / 頁



第4図 電力，電圧，電流比

163形

頁



底 面 図

BOTTOM VIEW

TRIMMING PARTS LOCATION